

(Aus dem chem. Laboratorium des physiol. Instituts der Universität Breslau.)

Ueber den Cholestearingehalt der Blutkörperchen.

Von

Eberhard Hepner.

Es ist eine seit langer Zeit bekannte Thatsache, dass sowohl im Plasma, als in den Blutkörperchen Cholestearin enthalten ist. Nachdem es sich nun durch die Untersuchungen Hürthle's¹⁾ gezeigt hat, dass das Cholestearin im Plasma in Form von Estern — der Palmitin- und Oleinsäure — vorkommt, lag es nahe, zu untersuchen, ob das in den Blutkörperchen enthaltene Cholestearin frei oder in ähnlicher Weise wie im Plasma an Fettsäure oder vielleicht auch an andere Stoffe gebunden enthalten sei.

Die bisher vorliegenden Arbeiten gaben hierüber keine sichere Auskunft. Hoppe-Seyler²⁾ und Manasse³⁾ gewannen das Cholestearin der Blutkörperchen aus dem Aetherextract durch Verseifen mit Kalilauge. Hierbei würden etwaige esterartige Verbindungen des Cholestearins, ebenso wie dies bei früheren Untersuchungen des Plasmas der Fall war, gespalten worden sein.

Gegen ein Vorkommen von Fettsäureestern des Cholestearins in den Blutkörperchen sprachen die Angaben von Hoppe-Seyler⁴⁾, nach welchen rothe Blutkörperchen keine Fette, also auch keine Fettsäuren enthalten, Angaben, welche in letzter Zeit durch Untersuchungen von Abderhalden⁵⁾ eine Bestätigung fanden. Zu

1) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 21 S. 331.

2) „Ueber das Vorkommen von Cholestearin und Protagon und ihre Betheiligung bei der Bildung des Stroma der rothen Blutkörperchen.“ Hoppe-Seyler's Medicin.-chem. Untersuchungen S. 143. 1866.

3) „Ueber das Lecithin und Cholestearin der rothen Blutkörperchen.“ Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 14 S. 442.

4) Hoppe-Seyler, Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse S. 304. 1865.

5) E. Abderhalden, „Zur quantitativen Analyse des Blutes.“ Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 25 S. 65.

Gunsten des Vorkommens von Cholestearin in freiem Zustande könnte man Angaben von Wooldridge¹⁾ anführen, der Cholestearin unmittelbar durch Extraction der Stromata der rothen Blutkörperchen mit kaltem Aether erhielt. Diese letzteren Angaben haben bisher eine Bestätigung nicht gefunden.

Ich verfuhr zunächst bei der Untersuchung der Blutkörperchen in entsprechender Weise, wie Hürthle bei der Untersuchung des Plasmas verfahren war. Die rothen Blutkörperchen vom Pferde wurden so, wie sie sich nach 24 Stunden aus dem Oxalatblute abgesetzt hatten, mit dem dreifachen Volumen Alkohol gefällt; der Niederschlag blieb mit dem Alkohol im Wärmeschränk bei einer Temperatur von etwa 40° C 48 Stunden stehen. Dann wurde der Alkohol abgesaugt (Alkoholextract I) und der Niederschlag wieder mit dem gleichen Volumen Alkohol unter Umschütteln in der Wärme extrahirt, worauf der Alkohol ebenfalls abgesaugt wurde (Alkoholextract II). Die beiden Alkoholextracte wurden gesondert in den Eisschränk gestellt. In gleicher Weise wurde zur Controle jedes Mal das Plasma verarbeitet.

Nach einigen Stunden begannen dann aus den Alkoholextracten Substanzen auszufallen. Um die Ausscheidung zu befördern, wurden den Alkoholextracten einige Male mässige Mengen destillirten Wassers zugesetzt. Hierbei zeigten sich wesentliche Unterschiede in dem Verhalten der Alkoholextracte des Plasmas und der Körperchen. Während nämlich die Menge der in den Alkoholextracten I und II des Plasmas sich abscheidenden Substanzen keine grosse Verschiedenheit zeigte, fielen bei den Blutkörperchen nur im Alkoholextracte I Substanzen in erheblicher Menge aus.

Nach ungefähr einer Woche wurden die Substanzen, die aus den Alkoholextracten ausgefallen waren, durch Absaugen auf einem Filter gesammelt.

Die Alkoholextracte enthielten jetzt noch immer recht beträchtliche Mengen der Substanzen; nachdem sie einige Tage weiterhin im Eisschränke gestanden hatten, fingen wiederum ganz gleich aussehende Substanzen an, in ihnen auszufallen. Nach etwa zwei bis drei Wochen wurden auch sie abfiltrirt.

Die in den Alkoholextracten des Plasmas ausgefallenen

1) Wooldridge, „Zur Chemie der Blutkörperchen.“ Archiv für Physiologie 1881 S. 389.

Substanzen zeigten deutliche Krystallform (strahlen- und büschelförmig angeordnete Nadeln), ebenso die hautartigen, an der Oberfläche der Alkoholextracte aufgetretenen Substanzen; letztere, die stets nur in recht geringer Menge auftraten, bildeten, entsprechend den Erfahrungen von Hürthle, den Palmitinsäureester des Cholestearins; erstere, die weitaus das Uebergewicht hatten, den Oelsäureester des Cholestearins.

Die aus den Alkoholextracten der Körperchen ausgefallenen Substanzen liessen keine deutliche Krystallform erkennen.

Schon der äussere Anschein sprach dagegen, dass man es mit Fettsäureestern des Cholestearins zu thun hatte. Sie wurden in Aether zu lösen versucht. Hierbei löste sich nur ein Theil auf; der Aether wurde abfiltrirt und mit Alkohol versetzt. Im Eisschranke fielen dann beim Verdunsten des Aethers Tafeln von der charakteristischen Form des Cholestearins aus. Der Schmelzpunkt lag bei etwa 140°C. ; Cholestearin schmilzt bei 145°C. Die Krystalle waren also noch ein wenig verunreinigt. Nachdem sie aus heissem Alkohol umkrystallisirt worden waren, hatten sie dann constant einen Schmelzpunkt (uncorrigirt) von 144°C. , waren also reines Cholestearin. Eine weitere Untersuchung der Krystalle erübrigte sich, da Manasse in der oben angeführten Arbeit bereits die Identität des Cholestearins der Blutkörperchen mit dem der Gallensteine nachgewiesen hat.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass in den Blutkörperchen Cholestearin in freiem Zustande enthalten ist. Fettsäurecholestearinester enthalten die Blutkörperchen im Gegensatz zum Blutplasma nicht.

Die Abscheidung des Cholestearins aus den in der oben geschilderten Weise erhaltenen Alkoholextracten war keine vollkommene. Wurden die Filtrate der Cholestearinniederschläge auf dem Wasserbade auf ein geringes Volumen eingedampft und mit Alkohol ausgekocht, so liessen sich aus den Alkoholextracten leicht neue, nicht unerhebliche Mengen von Cholestearin gewinnen. Das oben geschilderte Verfahren ist also zu einer quantitativen Bestimmung des Cholestearins in den Blutkörperchen nicht geeignet. Ich suchte desshalb nach einer neuen, besseren Methode.

Zu den bisher beschriebenen Versuchen hatten rothe Blutkörperchen vom Pferde gedient, die noch mit Plasma vermischt waren. Um dieselben vom Plasma vollständig zu befreien, veranstaltete ich Senkungs-, wie Centrifugirversuche mit verschiedenen Salzlösungen.

Leider führten die Senkungsversuche zu keinem befriedigenden Resultate, so dass centrifugirt werden musste, was wegen der geringen Grösse der mir zur Verfügung stehenden Centrifuge viel Zeit in Anspruch nahm. Die Körperchen, welche sich beim Centrifugiren des Oxalatplasmas am Boden des Gefässes abgesetzt hatten, wurden mit dem sechsfachen Volumen einer 3 $\frac{1}{2}$ procentigen Chlornatriumlösung gut durchgerührt und nochmals centrifugirt. Bei den späteren Versuchen mit Hundeblood liess ich das Blut gerinnen, goss nach 24 Stunden das Serum ab, zerquetschte den Blutkuchen sorgfältig und vertheilte ihn in dem sechs- bis achtfachen Volumen der Chlornatriumlösung. Der Brei wurde dann durch Mull gepresst, um das Fibrin zu entfernen, und centrifugirt. Die Körperchen liessen sich nach Abgiessen der Waschflüssigkeit stets nur recht schwer vom Boden der Centrifugengläser herauskratzen, eine so zähe Beschaffenheit zeigten sie. Ich verzichtete darauf, die Körperchen nochmals zu waschen, da ich keine Waschflüssigkeit finden konnte, die beim zweiten Waschen die Körperchen nicht stark angegriffen hätte; auch konnten sich in dem Brei der Körperchen Mengen von Plasma, resp. Serum, die einen Einfluss auf die Untersuchung hätten ausüben können, nicht mehr befinden.

Von den Körperchen wurde eine kleine Menge im Wiegegläschen abgewogen, dann bis zur Gewichtsconstanz im Luftbade bei einer Temperatur von 100°—120° C. getrocknet. Aus dem Verhältniss des Gewichtes der feuchten und der trockenen Körperchen wurde dann berechnet, wie viel Trockensubstanz in den verarbeiteten Blutkörperchen vorhanden war.

Die Hauptmenge der Blutkörperchen wurde gewogen und mit dem etwa vierfachen Volumen Alkohol verrührt, für 48 Stunden in den Wärmeschrank gestellt und oft durchgerührt. Dann wurde der Alkohol auf der Nutsche abgesaugt, der Niederschlag von Neuem mit Alkohol (etwa $\frac{2}{3}$ des zuerst verwendeten Volumens) verrieben, bis zum deutlichen Sieden des Alkohols auf dem Wasserbade erhitzt und der Alkohol abgesaugt. Der Niederschlag wurde noch einmal mit der gleichen Menge Alkohol wie vorher verrieben und gekocht. Der Alkohol wurde wieder abgesaugt und der Niederschlag schliesslich mehrere Male mit heissem Alkohol nachgespült. Die vereinigten 3 Alkoholextrakte wurden in einer Porcellanschale auf dem kochenden Wasserbade stark eingeeengt und zur Entfernung des Alkohols mit Wasser abgedampft.

Die wässrige Flüssigkeit und die etwa ausgeschiedenen Massen wurden mit Hülfe von Aether in einen Scheidetrichter gebracht und fünf Mal zehn Minuten mit neuen Mengen Aether geschüttelt. Von den vereinigten ätherischen Lösungen wurde der Aether in einem Kolben abdestillirt, der Rückstand im Exsiccator getrocknet und gewogen. Es wurden auf diese Weise quantitativ alle in Alkohol und Aether löslichen Substanzen — unter ihnen selbstverständlich auch alles Cholestearin, bezw. etwaige Ester desselben — erhalten.

Es galt jetzt, das Cholestearin von den anderen Substanzen zu trennen. Bei Versuchen, die hierüber angestellt wurden, zeigte es sich, dass der Essigäther ein gutes Mittel zum Lösen und Umkrystallisiren des Cholestearins ist. Dasselbe löst sich ziemlich leicht in ihm, besonders in der Wärme, ist auch bei Zimmertemperatur in ihm löslich und krystallisirt beim langsamen Verdunsten in schönen Nadeln aus. Der grösste Vortheil des Essigäthers ist aber der, dass die anderen Substanzen, welche ausser Cholestearin im Aetherextract der Blutkörperchen enthalten sind, sich zwar in warmem Essigäther lösen, sich aber beim Erkalten wieder abscheiden.

Es wurde desshalb der Aetherextract der Blutkörperchen mit Essigäther zum Sieden erhitzt und dann abgekühlt. Der Essigäther wurde abfiltrirt. Die ausgeschiedenen Massen wurden in gleicher Weise noch zwei Mal mit Essigäther extrahirt. Dann wurde mit kaltem Essigäther so lange nachgespült, bis ein auf einem Uhrschälchen verdunstender Tropfen des filtrirenden Essigäthers keinen deutlichen Rückstand mehr hinterliess. Der Essigätherextract, der noch gefärbt war, wurde mit einigen Messerspitzen Knochenkohle gekocht, wieder filtrirt und so lange nachgespült, bis ein verdunstender Tropfen keinen Rückstand mehr hinterliess. Der Essigätherextract war nun fast völlig farblos; der Essigäther wurde im gewogenen Kolben abdestillirt, der Kolben mit dem Rückstand getrocknet und gewogen. In dem Kolben befand sich jetzt fast reines Cholestearin, das einen nur um wenige Grade niedrigeren Schmelzpunkt als chemisch reines Cholestearin hatte und beim Umkrystallisiren aus Aetheralkohol in den bekannten Tafeln auskrystallisirte. Da die Verunreinigungen des Essigätherextractes nur sehr gering waren (die Waage zeigte sie kaum mehr an), so werden die später angeführten Gewichtszahlen der Essigätherextracte genügen, um die Cholestearinmengen der Blutkörperchen bei den verschiedenen Versuchen anzugeben und zu vergleichen. Nach weiterem Umkrystallisiren aus heissem

Alkohol hatten die Krystalle den constanten Schmelzpunkt 144° C. Ester oder andere Verbindungen des Cholestearins konnten auch bei dieser Methode niemals aus den Blutkörperchen erhalten werden.

Von der Brauchbarkeit der Methode zur quantitativen Bestimmung überzeugte ich mich durch den folgenden Controlversuch. Ich theilte eine Portion Blutkörperchen vom Pferde nach dem Centrifugiren in zwei Theile und bestimmte in jedem den Essigätherextract in der beschriebenen Weise.

Hierbei ergab sich:

Portion I: in 100 g Trockensubstanz 0,25 g Essigätherextract,

II: „ 100 g „ 0,26 g „

Nach dieser Methode bestimmte ich den Cholestearingehalt in den rothen Blutkörperchen des Pferdes, also eines Pflanzenfressers, und in den rothen Blutkörperchen des Hundes, als eines Vertreters der Fleischfresser.

Drei der Bestimmungen am Hunde wurden gemacht, nachdem der betreffende Hund eine Zeit lang gehungert hatte, drei andere, nachdem der betreffende Hund eine Zeit lang eine an Kohlehydraten reiche Nahrung erhalten hatte. Die näheren Bedingungen sind aus dem zum Schluss folgenden Protokoll ersichtlich.

100 g Trockensubstanz der Blutkörperchen enthalten Cholestearin:

Pferd		Hund		
Versuch		Versuch		
Ia	0,250	I	0,621	Hunger
„ Ib	0,260	„ II	0,503	
„ II	0,255	„ III	0,257	
„ III	0,333	„ IV	0,507	Fütterung mit Kohlehydraten
„ IV	0,303	„ V	0,604	
„ V	0,247	„ VI	0,526	

Aus der Zusammenstellung dieser Zahlen geht hervor:

1. Der Gehalt der Blutkörperchen des Pferdes an Cholestearin ist wesentlich geringer als der des Hundes. Der Procentgehalt der Blutkörperchen an Cholestearin beträgt, auf Trockensubstanz berechnet, im Durchschnitt

beim Pferde 0,275 ‰,

beim Hunde 0,552 ‰.

2. Ein Unterschied im Gehalt der Blutkörperchen des Hundes an Cholestearin scheint bei kurze Zeit dauerndem Hunger und bei einer kohlehydratreichen Nahrung nicht vorhanden zu sein. Der auffallend niedrige Cholestearingehalt im dritten Hungerversuch

lässt sich vielleicht durch eine längere Dauer des Hungers erklären. Der Hund hungerte unter Controle ein und eine halbe Woche und hatte wahrscheinlich auch schon vorher eine Zeit lang wenig oder gar nichts zu fressen bekommen.

Der Grund, warum in den Versuchen am Hunde der Cholestearingehalt beim Hunger und bei Kohlehydratfütterung bestimmt wurde, war die Angabe von W. Lummert¹⁾, dass der Ligoextract des Gesamtblutes des Hundes bei Fütterung mit Kohlehydraten grösser ist als im Hunger (und bei Fütterung mit Fleisch). Lummert hat nicht untersucht, welche Bestandtheile des Ligoextractes diese Zunahme bedingen. Es war möglich, dass an der Zunahme des Ligoextractes auch das Cholestearin der Blutkörperchen betheiligt sei. Den Angaben von Lummert stehen allerdings scheinbar die Angaben von Fr. N. Schulz²⁾ entgegen, nach welchen der Aetherextract des Blutes bei hungernden Tauben zunimmt. Auch hierbei wäre die Frage aufzuwerfen, ob an dieser Zunahme das Cholestearin der Blutkörperchen betheiligt ist.

Nach den oben mitgetheilten Versuchen scheint es, als ob der Cholestearingehalt der Blutkörperchen im Allgemeinen von der Ernährung unabhängig ist. Jedoch sind die Versuche nicht zahlreich genug, um ein abschliessendes Urtheil zu gestatten.

Es ist ferner von Interesse, die von mir für den Cholestearingehalt der Blutkörperchen gefundenen Werthe mit denen zu vergleichen, die Abderhalden³⁾ bei seinen Gesamtanalysen des Blutes für Cholestearin in den Blutkörperchen der auch von mir untersuchten Thierarten gefunden hat.

Ich hatte meine Werthe auf die Trockensubstanz der Blutkörperchen berechnet, während Abderhalden seine Werthe auf feuchte Blutkörperchen berechnet hat. Ich konnte meine Werthe natürlich leicht auf feuchte Blutkörperchen umrechnen, auf Grund der von mir gemachten Trockenbestimmungen.

Unsere Zahlen lassen sich gut vergleichen, insofern Abderhalden sich einer der von mir angewandten analogen Methode zur Trennung der Körperchen vom Plasma bediente. Er gibt nämlich an, dass er sich hierbei an die von Bunge in seiner Arbeit „Zur quantitativen

1) Dieses Archiv Bd. 71 S. 176.

2) Ebenda Bd. 65 S. 299.

3) a. a. O.

Analyse des Blutes“¹⁾ angegebene Methode gehalten habe. Hierbei werden die Körperchen, in derselben Weise wie bei mir, mit einer Kochsalzlösung gewaschen und centrifugirt. Die Waschflüssigkeit wurde gewonnen dadurch, dass einer gesättigten Chlornatriumlösung das 10-, 12- 15- oder 18fache Volumen destillirten Wassers zugesetzt wurde. Einen Unterschied im Verhalten der Blutkörperchen gegen diese verschiedenen Lösungen nahm Bunge nicht wahr. Die mit dem 10fachen Volumen destillirten Wassers verdünnte, gesättigte Kochsalzlösung entspricht etwa der von mir verwandten 3 $\frac{1}{2}$ %igen, die anderen sind von entsprechend geringerer Concentration.

Auf feuchte Blutkörperchen umgerechnet, fand ich im Durchschnitt den Gehalt an Cholestearin bei den Blutkörperchen
des Pferdes 0,1156 %,
des Hundes 0,1926 %.

Abderhalden fand bei

Pferd I	0,0388 %	Hund I	0,2115 %
„ II	0,0661 %	„ II	0,1255 %

Mit Ausnahme von Hund I, wo der von ihm gefundene Werth ein wenig höher ist als mein Durchschnittswerth für Hunde, habe ich also mit meiner Methode beträchtlich höhere Werthe für das Cholestearin der Blutkörperchen gefunden, als Abderhalden mit der von ihm angewendeten, von Hoppe-Seyler herrührenden Methode der Verseifung. Ich glaube, dass die von mir angewendete Methode den Vorzug vor der Hoppe-Seyler's verdient. Der letzteren haften zwei Uebelstände an: erstens ist die Ausschüttelung der Seifenlösung mit Aether wegen der Emulsionsbildung eine häufig recht unangenehme und langwierige Arbeit, und zweitens gehen bei dem Ausschütteln Seifen in den wasserhaltigen Aether mit hinein, deren Trennung vom Cholestearin sich nicht ohne Verlust an letzterem ausführen lässt.

Die geschilderte Methode zur Darstellung und Bestimmung des Cholestearins der Blutkörperchen beruht im Wesentlichen auf der Verwendung des Essigäthers, in welchem das Cholestearin leichter löslich ist als die anderen Bestandtheile des Aetherextractes. Auch die Ester des Cholestearins zeigen eine ähnliche Löslichkeit in Essigäther wie das Cholestearin selbst. Man kann desshalb auch

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 12 S. 191. 1876.

die Cholestearinester aus dem Aetherextract des Plasmas mit Hülfe des Essigäthers isoliren.

Ebenso wie die Blutkörperchen wurde das Plasma, resp. Serum mit Alkohol gefällt. Der Alkohol wurde abgesaugt; der durch Alkohol erzeugte Niederschlag wurde mit Alkohol verrieben, gekocht, der Alkohol wieder abgesaugt und dies nochmals wiederholt. Aus den vereinigten Alkoholextracten erhielt ich auf die gleiche Art, wie ich das oben bei der Verarbeitung der Alkoholextracte der Körperchen geschildert habe, zunächst den Aetherextract. Der Aetherrückstand wurde nun mit Essigäther erwärmt. Hierbei löste sich derselbe fast vollkommen auf. Beim Abkühlen schied sich ein grosser Theil wieder syrupös ab. Der Essigäther wurde verdunstet; der Rückstand wurde in Aether gelöst. Aus der ätherischen Lösung krystallisirte nach Zusatz von wenig Alkohol beim langsamen Verdunsten der Oelsäureester in langen Nadeln aus. Die Mutterlauge desselben enthielt in einigen Versuchen auch freies Cholestearin.

In dem Blutplasma ist also unter gewissen noch näher festzustellenden Bedingungen neben den Estern des Cholestearins auch freies Cholestearin enthalten.

Protokoll.

A) Versuche mit Blutkörperchen vom Pferde.

Versuch I.

2,2686 g feuchte Körperchen enthalten 1,0383 g Trockensubstanz.

A) 198 g Körperchen.

In 198 g Körperchen sind 90,626 g Trockensubstanz.

Gewicht des Aetherextractes 1,0274 g,

„ „ Essigätherextractes 0,2269 g.

In 100 g Trockensubstanz sind 1,1352 g Aetherextract,

„ 100 „ „ „ 0,25 „ Essigätherextract.

B) 188 g Körperchen.

In 188 g Körperchen sind 86,048 g Trockensubstanz.

Gewicht des Aetherextractes 1,0797 g,

„ „ Essigätherextractes 0,224 g.

In 100 g Trockensubstanz sind 1,2555 g Aetherextract.

„ 100 „ „ „ 0,26 „ Essigätherextract.

Versuch II.

110 g Körperchen.

In 2,8996 g Körperchen sind 1,1995 g Trockensubstanz,

" 110 " " " 45,504 " "

Gewicht des Essigätherextractes 0,1163 g.

In 100 g Trockensubstanz der Blutkörperchen sind 0,255 g Essigätherextract.

Versuch III.

120 g Körperchen.

In 2,9409 g Körperchen sind 1,2332 g Trockensubstanz,

" 120 " " " 50,3209 " "

Gewicht des Essigätherextractes 0,1678 g.

In 100 g Trockensubstanz der Blutkörperchen sind 0,333 g Essigätherextract.

Versuch IV.

87 g Körperchen.

In 2,7201 g Körperchen sind 1,0485 g Trockensubstanz,

" 87 " " " 33,535 " "

Gewicht des Aetherextractes 0,8581 g,

" " Essigätherextractes 0,1015 g.

In 100 g Trockensubstanz sind 2,5588 g Aetherextract,

" 100 " " " 0,3026 " Essigätherextract.

Versuch V.

117 g Körperchen.

In 3,7956 g feuchten Körperchen sind 1,4606 g Trockensubstanz,

" 117 " " " 44,54 g "

Gewicht des Aetherextractes 0,8188 g,

" " Essigätherextractes 0,1113 g.

In 100 g Trockensubstanz sind 1,8186 g Aetherextract,

" 100 " " " 0,2472 " "

B) Versuche mit Blutkörperchen vom Hunde.

Das Blut wurde den Hunden ohne Narkose aus einem Seitenast der arteria cruralis entnommen. Der Hautschnitt wurde durch eine subcutane Cocain-injection schmerzlos gemacht.

Versuch I.

Hund. 6,5 kg. 1 Woche Hunger.

47 g Körperchen.

In 0,9851 g Körperchen sind 0,3366 g Trockensubstanz,

" 47 " " " 16,063 " "

Gewicht des Aetherextractes 0,3415 g,

" " Essigätherextractes 0,0997 g.

In 100 g Trockensubstanz sind 2,1265 g Aetherextract,

" 100 " " " 0,6208 " Essigätherextract.

Versuch II.

Hund. 12,8 kg. 5 Tage Hunger.

153 g Körperchen.

In 2,8882 g Körperchen sind 1,0225 g Trockensubstanz,
 " 153 " " " 54,1664 " "
 Gewicht des Aetherextractes 1,2303 g,
 " " Essigätherextractes 0,2724 g.
 In 100 g Trockensubstanz sind 2,2714 g Aetherextract,
 " 100 " " " 0,5029 " Essigätherextract.

Versuch III.

Hund. 10 kg. 1½ Woche Hunger.

105 g Körperchen.

In 1,4545 g Körperchen sind 0,5796 g Trockensubstanz,
 " 105 " " " 41,8418 " "
 Gewicht des Aetherextractes 0,6503 g,
 " " Essigätherextractes 0,1076 g.
 In 100 g Trockensubstanz sind 1,5542 g Aetherextract,
 " 100 " " " 0,25716 " Essigätherextract.

Versuch IV.

Hund. Gewicht 15 kg. 3 Tage Hunger. Dann 6 Tage Fütterung: zuerst täglich 500 g Fleisch, 300 g Stärke, zuletzt 750 g Fleisch und 100 g Zucker. Zunahme: 1,75 kg.

125 g Körperchen.

In 2,43 g Körperchen sind 0,8249 g Trockensubstanz,
 " 125 " " " 42,434 " "
 Gewicht des Aetherextractes 0,8391 g,
 " " Essigätherextractes 0,2151 g.
 In 100 g Trockensubstanz sind 1,9775 g Aetherextract,
 " 100 " " " 0,5069 " Essigätherextract.

Versuch V.

Hund. Gewicht 23 kg. 1 Tag Hunger, darauf 4 Tage lang je 1 kg Fleisch und 250 g Stärke. Am Abend vor der Blutentziehung noch ausserdem 150 g Fleisch und 100 g Zucker. 5 Stunden vorher 175 g Fleisch und 100 g Zucker. Zunahme des Körpergewichts unbedeutend.

140 g Körperchen.

In 1,4707 g Körperchen sind 0,5337 g Trockensubstanz,
 " 140 " " " 50,8043 " "
 Gewicht des Aetherextractes 0,9932 g,
 " " Essigätherextractes 0,3069 g.
 In 100 g Trockensubstanz sind 1,9547 g Aetherextract,
 " 100 " " " 0,6040 " Essigätherextract.

Versuch VI.

Hund. Gewicht 16 kg. 1 Tag Hunger, dann 4 Tage lang 750 g Fleisch, 160 g Stärke. Am Abend vor der Blutentziehung noch ausserdem 250 g Fleisch und 80 g Stärke. 5 Stunden vorher noch 250 g Fleisch und 100 g Zucker. Zunahme des Körpergewichts unbedeutend.

163 g Körperchen.

In	2,2307 g Körperchen	sind	0,8201 g Trockensubstanz,
„	163	„	„ 59,9257 „
	Gewicht des Aetherextractes	1,1986 g,
	„	„ Essigätherextractes 0,3154 g.
In	100 g Trockensubstanz	sind	2,0001 g Aetherextract,
„	100 „	„	0,5263 „ Essigätherextract.
